**УДК 004.627**

*О.О. Запорожець, магістрант*

*Полтавський національний технічний університет*

*імені Юрія Кондратюка*

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПРОВАДЖЕННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ КЛАСТЕРІВ ТА GRID – ТЕХНОЛОГІЇ**

*Ціль даної дипломної роботи полягає в підвищенні оперативності планування розподілу завдань в кластерах телекомунікаційних систем і забезпечення їх відмово стійкого функціонування на основі технології Grid.*

***Ключові слова****: кластер,GRID,ТКС*

**Вступ**

Сучасні телекомунікаційні системи (ТКС) повинні забезпечувати доступ користувачів до безлічі служб: мовної, даних, тексту, зображень, телеконференцій, баз даних комп’ютерних мереж, вихід користувачів приватних локальних мереж до абонентів мереж загального користування та ін. Це призвело у 1990-1992 роках до початку широкого впровадження цифрових мереж інтегрального обслуговування та інтелектуальних мереж зв’язку. Подальший їх розвиток залежить від ефективності управління мережевими ресурсами (буферним, інформаційним, канальним) та пов'язаний із вдосконаленням механізмів управління чергами, трафіком, маршрутизацією та розподілом пропускної здатності трактів передачі.

Розв’язання цієї задачі можливе при застосування у ТКС комп’ютерних кластерів та впровадження Grid - технології. Мережева технологія для розподілених обчислень Grid має стратегічне значення та в найближчій перспективі дозволить створити безпрецедентний за своєю потужністю інструмент обробки інформації для наукової, виробничої та телекомунікаційної сфер.

**Мета роботи**

Дослідження спрямовано на підвищення ефективності роботи, якості обслуговування, а також розширення функціональних можливостей ТКС на основі використання комп'ютерних кластерів із застосуванням Grid - технології.

**Задачі**

* розробка методу оперативного планування у кластері GRID системи;
* розробка паралельних процедур вирішення завдань дискретної оптимізації для планування розподілу завдань в кластері системи GRID;
* моделювання роботи кластера GRID системи з роздільними ресурсами;
* аналіз ефективності наукової розробки.

*Предмет дослідження* — моделі планування розподілу завдань в кластерах телекомунікаційних систем на основі Grid-технології та способи їх реалізації.

Наукове значення роботи полягає в подальшому розвитку принципів теорії управління ТКС та мережами зв’язку, шляхом удосконалення та розробки відповідних методів та моделей, що дозволили ефективно розв’язати задачу оперативного планування розподілу інформаційних завдань в комп’ютерних кластерах ТКС на основі технології Grid.

**Можливості провадження комп’ютерних кластерів та GRID – технології**

Функціонування сучасних ТКС та мереж зв'язку здійснюється у масштабі реального часу, забезпечуючи швидкий і гнучкий розподіл інформаційних потоків. Тому системи керування ними повинні бути високопродуктивними, відрізнятися простотою й надійністю у експлуатації. Найбільш перспективним для цього, є застосування телекомунікаційної технології Grіd разом з використанням у структурі керування ТКС комп'ютерних кластерів. При цьому, виникає проблема конкурування двох потоків даних, що надходять у кластер ТКС, а також зниження ефективності його роботи через відмову обчислювальних ресурсів. Це вимагає адаптивного та своєчасного перерозподілу комплексу оброблюваних кластером завдань та розділення його обчислювальних ресурсів. Таким чином актуальність теми дослідження визначається необхідністю розробки методу оперативного планування розподілу інформаційно-розрахункових завдань (ІРЗ) в комп’ютерних кластерах ТКС на основі Grid - технології при забезпеченні їхнього відмовостійкого функціонування і здійснюється шляхом вирішення наступних завдань дослідження:

1) Аналіз наукових і технологічних принципів побудови ТКС, тенденції їх розвитку, а також управління мережевими ресурсами в сучасних і перспективних ТКС з використанням кластерів і Grid - технології. Вибір показників ефективності їх функціонування;

2) Удосконалення заснованого на ідеї рангового підходу методу вирішення завдань лінійного булевого програмування (ЛБП) і використовуваних в ньому стратегій відсікання неперспективних варіантів в просторі рішень для підвищення оперативності розподілу завдань в кластерах ТКС;

3) Розробка методу планування розподілу завдань в кластерах ТКС з використанням Grid - технології, а також створення на його основі процедур оперативного розподілу та закріплення ИРЗ для планувальника і супервізора системи пакетної обробки (СПО) кластера;

4) Розробка моделі функціонування кластера телекомунікаційної Grid системи з розділяються ресурсами при наявності двох конкуруючих потоків ИРЗ при розподілі та обробці інформації в підсистемі управління цифровою мережею електрозв'язку;

5) Розробка методу розв'язання задачі про призначення (ЗОН) на основі ідеї рангового підходу для симетричних графів, що дає можливість паралельної реалізації створених на його основі процедур розподілі та закріплення ИРЗ в СПО кластерів ТКС на основі Grid - технології;

6) Оцінка ефективності та перевірка адекватності розробленого методу та математичних моделей шляхом проведення їх аналітичного та експериментального дослідження із застосуванням комп'ютерного імітаційного моделювання;

7) Розробка рекомендацій щодо інтеграції розробленого методу і моделей планування розподілу завдань в системи управління мережевими ресурсами сучасних і перспективних ТКС;

При вирішенні поставлених у роботі завдань використані: математичний апарат теорії графів, теорії дослідження операцій і методи цілочисельного лінійного програмування, а також методи теорії ймовірностей і математичної статистики, математичне та імітаційне комп'ютерне моделювання, програмні та алгоритмічні засоби математичного пакета MATLAB.

Новизна отриманих наукових результатів полягає в тому, що:

- Вперше розроблено метод оперативного планування розподілу завдань в кластері ТКС на основі Grid - технології, який на відміну від відомих дозволяє підвищити ймовірність своєчасної обробки комплексу ИРЗ за допустимий час обслуговування, що забезпечує відмовостійке функціонування кластера з урахуванням динаміки взаємодії потоку завдань ТКС з потоком власних завдань кластера;

- Вперше створена модель функціонування кластера телекомунікаційної Grid системи з розділяються ресурсами, яка враховує коефіцієнт використання ресурсів, функціональну потужність системи, коефіцієнт збереження ефективності та показник оперативності планування ресурсів, що дозволяє досліджувати ефективність використання розробленого методу в умовах наявності двох конкуруючих потоків завдань та відчуження обчислювальних ресурсів ;

- Вперше розроблено метод розв'язання ЗОН заснований на ідеї рангового підходу та оптимізації пошуку оптимальних рішень у напрямку з використанням графів симетричного виду, що на відміну від відомих методів дає можливість прискорити виконання процедур планування розподілу завдань шляхом їх паралельної реалізації;

- Отримав подальший розвиток метод вирішення завдань ЛБП на основі ідеї рангового підходу, що складається в розробці стратегій відсікання неперспективних варіантів в просторі рішень, представленому у вигляді симетричного графа з використанням оптимізації за напрямком. Це дозволило в порівнянні з існуючими методами дискретної оптимізації істотно знизити тимчасову складність планування розподілу завдань в кластерах ТКС, забезпечуючи малу похибку результатів рішення;

- Вдосконалені стратегії відсікання неперспективних варіантів вирішення завдання ЛБП на симетричному графі, що використовують при плануванні принцип оптимізації по напрямку і дозволяють відмовитися від застосовувалася раніше системи калібрувальних векторів. Це дозволяє підвищити оперативність розподілу та обробки інформаційних завдань в кластерах ТКС на основі Grid - технології.

Отримані на основі розроблених методів і моделей нові результати мають таке практичне значення:

1) Створено програмний комплекс, на якому проведено моделювання роботи кластера з використанням розробленого методу оперативного плануванні розподілу завдань за наявності двох конкуруючих потоків завдань, що поступають через інтерфейс СПО. Показано, що розроблений метод дозволяє:

- Зберегти в середньому до 62,93% функціональної ефективності кластера в разі видалення її частини обчислювальних ресурсів;

- При стійкій роботі вузлів кластера вирішувати задачу планування на 12,6%, а при відчуженні обчислювальних ресурсів на 21,4% ефективніше методу FCFS;

- В умовах видалення частини ресурсів зберігати коефіцієнт використання решти їх частини в середньому на рівні 61,7%, у той час як стратегія FCFS лише на 4,9%;

- Шляхом оперативного перерозподілу завдань, при відмові або відчуженні деяких обчислювальних вузлів зберегти загальний рівень використання обчислювального ресурсу кластера на 56,8% вище, ніж метод FCFS, забезпечуючи його відмовостійке функціонування.

2) Розроблено модель оцінки ефективності процедур наближеного вирішення завдань планування розподілу завдань в кластерах ТКС методом рангового підходу на основі симетричних графів, на якій показано, що розроблені наближені процедури оперативного розподілу завдань:

- Не перевищують за показниками часової складності 0,015 c і обчислювальної складності 1,46 × 103 елементарних операцій (при n = 36, m = 100);

- Володіють малої (до 2% при m ≥ 50) і асимптотично зменшуваною зі зростанням n і m похибкою рішення;

- Дають більше 95% точних рішень задачі при досягненні m ≥ 60.

- Перевершують по продуктивності процедури на основі методів: вектора спаду в 85 разів, Балаша в 210 разів, рангового підходу для трикутного графа з калібрувальними векторами в 15 разів, гілок і меж в 50 разів.

3) Побудована модель вирішення ЗОН на основі методу рангового підходу для симетричного графа, на якій досліджені розроблені точна і наближені процедури планування розподілу ИРЗ в кластері і показано, що:

- Тимчасова складність не перевищує, для процедури точного рішення О (m ∙ n3), наближених процедур О (m ∙ n2), що при n = 50 становить 1,39 с, 0,21 с і 0,27 с при цьому витрачається відповідно 1,48 × 104, 2,21 × 102 і 2,93 × 102 елементарних операцій додавання і порівняння;

- Розроблені процедури мають внутрішнім паралелізмом, що дозволяє при використанні n - процесорної системи зменшити їх тимчасову складність відповідно до О (m ∙ n2) і О (m ∙ n);

- Для наближених процедур, зі збільшенням розмірності кластера від n = 5 до n = 50 відбувається істотне зниження з 18% до 5% (процедура 1) і з 7% до 4% (процедура 2) відносної похибки, а також уповільнення зростання і подальша стабілізації на 50% (процедура 1) і 85% (процедура 2) кількості неточних рішення задачі призначення.

4) Розроблений метод дозволяє з високою оперативністю (Р (Т)> 0,9) адаптивно розподіляти конкуруючі потоки ИРЗ, враховуючи їх важливість (вартість) і стан обчислювальних ресурсів кластера. Так, розроблені на його основі процедури, здатні своєчасно (з показником оперативності Р (Т)> 0,9):

- Забезпечити вибірку, в залежності, від використовуваної планувальником СПО наближеною процедури, від 160 (n <160 при Тд = 5 с) до 260 (n <260 при Тд = 20 с) або від 215 (для Тд = 5 с) до 355 (для Тд = 20 с) ИРЗ.

- Вирішити завдання призначення ІРЗ розмірністю n <80, m <80 (при використанні супервізором СПО точної процедури) або застосувавши наближені процедури вирішити ЗОН з n <400, обробивши при цьому в 4 ... 5 разів більшу кількість ИРЗ.

5) Сформульовано практичні рекомендації щодо інтеграції та ефективному використанню розробленого методу оперативного планування, а також створених на його основі процедур розподілу ІРЗ та програмного забезпечення в структуру СПО кластерів ТКС на основі Grid - технології;

6) Отримані практичні результати використані при створенні моделі планувальника завдань СПО кластера ТКС на основі Grid - технології;

7) Розроблені процедури паралельного розподілу інформаційних завдань використані в моделі супервізора комп'ютерного кластера для підсистеми управління цифровою електромережі зв'язку;

*Література:*

1. *Коваленко В.М., Коваленко Є.І., Корягін Д.А., Любимський Е.З. Метод випереджаючого планування для GRID, 2005.*
2. *Коваленко В.Н., Коваленко Є.І., Корягін Д.А., Любимський Е.З., Орлов А.В., Хухлаев Є.В. Структура і проблеми розвитку програмного забезпечення середовища розподілених обчислень GRID, 2002*
3. *Зінов'єв А.В., Стрекалов А.А. Методи управління мережевими інформаційними системами. - Рига: Зінатне, 1991*
4. *Пономаренко В.С., Листров С.В., Минухин С.В.,Знахур С.В. Методи і моделі планування ресурсів в Grid - системах: Монографія. - Х .: ВД «ІНЖЕК», 200.*
5. *Гері М., Джонсон Д. Обчислювальні машини і важковирішуємі завдання. - М .: Світ, 1982*